



Actions sur les structures

Actions on structures

Le Rapport technique 6116 a été élaboré par le comité technique ISO/TC 98, *Bases du calcul des constructions*, et a été approuvé par la majorité de ses membres. La raison qui a conduit à publier ce document sous la forme d'un rapport technique plutôt que d'une Norme internationale est que l'ISO 2394, *Principes généraux pour vérifier la sécurité des ouvrages*, est révisée par l'ISO/TC 98. La future Norme internationale sera basée en partie sur ce Rapport technique qui sera probablement partie intégrante du texte révisé de l'ISO 2394.

0 Introduction

iTeh STANDARD PREVIEW

Ce document, préparé en vue de contribuer à la révision de l'ISO 2394-1973, *Principes généraux pour vérifier la sécurité des ouvrages*, est basé sur les principes élaborés par le Joint Committee on Structural Safety (JCSS) et tient compte d'autres documents tels que le CEB Model Code, les normes CMEA, etc. Ce document est publié sous forme de rapport technique car, d'une part, il ne traite que de quelques-uns des sujets qui entrent dans le cadre de l'ISO 2394 et que, d'autre part, les règles d'établissement des valeurs de calcul et des valeurs de combinaison des actions, figurant dans ce document, dépendent étroitement des principes de vérification de la sécurité des structures actuellement en révision. Ce document indique l'existence de divergences d'approche entre les différentes organisations régionales de normalisation. Il est prévu de réviser et de transformer éventuellement ce document en norme dès que l'accord sur la nouvelle version de l'ISO 2394 sera obtenu.

Durant l'élaboration de ce document, on a veillé particulièrement à assurer un équilibre entre la validité physique et théorique d'une part, la clarté et la simplicité d'autre part. La souplesse d'application de ce document, qui lui assure un caractère acceptable pour les pays membres, a été obtenue par l'introduction d'un grand nombre de paramètres de décision qui sont :

- la période de référence T et la probabilité de non-dépassement p pour les valeurs caractéristiques;
- le coefficient partiel de sécurité γ_{fu} pour les états limites ultimes;
- les coefficients ψ_0 et γ_{fu} pour les valeurs de combinaison;
- le nombre r_1 d'actions variables pour les combinaisons fondamentales;
- la fraction c_1 et le coefficient γ_{fs} pour les valeurs fréquentes;
- la fraction c_2 et les coefficients γ_{fu} et γ_{fs} pour les valeurs quasi-permanentes;
- le nombre r_2 d'actions variables pour les combinaisons de longue durée.

L'adoption de ces paramètres et de leurs valeurs numériques est laissée à l'appréciation de chaque commission nationale de rédaction des codes. Une évaluation convenable des paramètres de décision devra être effectuée pour certains cas rares qui, dans un but de simplification, n'apparaissent pas explicitement dans ce document (valeur de service et certaines combinaisons rares d'actions pour les états limites de service).

CDU 624.042

Réf. n° : ISO/TR 6116-1981 (F)

Descripteurs : génie civil, bâtiment, structure, sécurité, résistance mécanique.

© Organisation internationale de normalisation, 1981 ●

Imprimé en Suisse

Prix basé sur 14 pages

1 Objet et domaine d'application

Le but de ce document est de créer une base commune pour la détermination des actions en vue de la vérification de la sécurité et de l'aptitude au service des structures.

Ce document concerne les bâtiments et les structures de génie civil, indépendamment de la nature du matériau utilisé.

2 Terminologie

Une action F est :

- a) un ensemble de forces concentrées ou réparties agissant sur la structure (actions directes), ou
- b) la cause de déformations imposées ou entravées dans la structure (actions indirectes).

Une action est considérée comme *une* action unique, s'il peut être admis qu'elle est stochastiquement indépendante, dans le temps et dans l'espace, de toute autre action agissant sur la structure.

NOTE — Les actions se présentent toutefois souvent simultanément et peuvent être stochastiquement dépendantes dans une certaine mesure. Afin de simplifier le calcul, il est préférable de les considérer comme des actions uniques. Le problème de la dépendance stochastique peut être traité comme un cas spécial. Pour faciliter le calcul des sollicitations, il peut être utile de regrouper plusieurs actions élémentaires analogues en une action composée ou de séparer certaines actions en une somme ou une différence de plusieurs actions composantes.

Les actions et leurs variations aléatoires doivent normalement être évaluées sur la base d'observations fiables, d'essais, ou de données fournies par les producteurs de matériaux, d'équipements etc.

D'autres sources d'informations comme par exemple une appréciation du type d'utilisation, les contraintes légales et physiques peuvent aussi être prises en considération¹⁾.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3 Classification qualitative des actions ISO/TR 6116:1981

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dc607ac8-18f3-4a3b-9521-28b24ba843c3/iso-tr-6116-1981>

3.1 Considérations générales

Les actions peuvent être classées selon leur variation dans le temps et/ou dans l'espace ou selon leurs effets sur la structure (statiques ou dynamiques).

NOTE — Les actions peuvent être en outre classées selon d'autres critères.

3.2 Classification des actions selon la variation de leur grandeur en fonction du temps

Les actions sont divisées, selon leur variation en fonction du temps, en :

3.2.1 Actions permanentes, G , qui sont susceptibles d'agir tout le long d'une situation de projet donnée²⁾ et pour lesquelles la variation de grandeur au cours du temps est négligeable par rapport à la valeur moyenne; les actions dont la grandeur varie toujours dans le même sens en tendant vers une valeur limite sont également considérées comme des actions permanentes.

Les actions permanentes comprennent :

- a) le poids propre des structures (sauf éventuellement certaines parties du poids propre durant certaines phase de la construction);
- b) le cas échéant, le poids des équipements fixes;
- c) les forces de pression des terres, résultant du poids du sol;
- d) les déformations imposées par le mode de construction de la structure;

1) Dans des documents existants, les valeurs obtenues à l'aide de ces informations sont dénommées «valeurs nominales».

2) Pour une structure, il est généralement nécessaire de considérer plusieurs situations de projet distinctes telles que, par exemple, stades successifs d'exécution, utilisation normale, modification de l'utilisation, accidents, etc. Chacune de ces situations nécessite une vérification séparée.

- e) les actions résultant du retrait du béton et des déformations dues au soudage;
- f) le cas échéant, les forces résultant de la pression de l'eau;
- g) les forces résultant des tassements d'appuis et des affaissements miniers;
- h) les forces de précontrainte.

3.2.2 Actions variables, Q , qui ne sont pas susceptibles d'agir tout le long d'une situation de projet donnée, ou pour lesquelles les variations de grandeurs au cours du temps ne sont pas négligeables par rapport à la valeur moyenne.

Les actions variables comprennent :

- a) les charges dues à l'utilisation et à l'occupation;
- b) certaines parties du poids propre des structures pendant certaines phases de la construction;
- c) les charges de montage;
- d) toutes les charges mobiles et leurs effets;
- e) les actions du vent;
- f) les actions de la neige;
- g) la formation de glace;
- h) les tremblements de terre¹⁾;
- j) le cas échéant, les effets de la variation de niveau d'une nappe d'eau;
- k) les variations de température;
- m) les actions de la houle.

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 6116:1981](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dc607ac8-18f3-4a3b-9521-28b24ba843c3/iso-tr-6116-1981)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dc607ac8-18f3-4a3b-9521-28b24ba843c3/iso-tr-6116-1981>

Pour certains matériaux, il est utile de distinguer les actions variables selon leur durée (courte ou longue), en fonction du comportement de la structure sur laquelle elles agissent.

3.2.3 Actions accidentelles, F_a , dont la présence avec une grandeur significative est peu probable sur une structure donnée au cours de l'intervalle de temps étudié.

Dans la population totale des structures, seul un nombre limité de structures subira une action accidentelle.

Les actions accidentelles comprennent :

- a) les chocs;
- b) les explosions;
- c) les affaissements du sous-sol;
- d) les tornades dans les régions qui n'y sont pas normalement exposées;
- e) les tremblements de terre¹⁾;
- f) l'incendie;
- g) l'affouillement extrême.

1) Le tremblement de terre peut être considéré soit comme une action variable, soit comme une action accidentelle.

3.3 Classification des actions selon leur variation dans l'espace

Les actions sont divisées, selon leur variation dans l'espace, en deux groupes :

- a) les actions fixes, qui ont une distribution spatiale fixe sur la structure, de sorte que la grandeur de l'action est déterminée sans ambiguïté pour l'ensemble de la structure si elle est déterminée en un point;
- b) les actions libres, qui peuvent avoir une distribution spatiale quelconque sur la structure à l'intérieur de limites données.

Les actions ne pouvant être classées dans un de ces deux groupes, peuvent être décomposées en une partie fixe et une partie libre.

L'étude des actions libres nécessite la considération de différents cas de charge. Un cas de charge est déterminé en fixant la configuration de chacune des actions libres.

NOTE — Dans certains cas, il est nécessaire de distinguer les actions fixes et les actions qui sont mobiles ou qui s'exercent de façon probabiliste en certains points ou sur certaines parties de la structure. Dans de tels cas, et en l'absence d'étude plus détaillée, il est généralement admis de séparer de telles actions en différentes actions élémentaires : celles appliquées en des points ou sur des parties reconnues, *a priori*, comme les plus défavorables, et celles appliquées aux autres parties.

3.4 Classification des actions selon la réponse de la structure

Selon la manière dont la structure répond à une action, on distingue :

- a) les actions statiques, qui sont appliquées à la structure sans entraîner d'accélération significative de la structure ou d'éléments structuraux;
- b) les actions dynamiques, qui entraînent des accélérations significatives de la structure.

La classification d'une action en une action dynamique ou statique dépend donc de la structure.

NOTE — Dans un but de simplification, les actions dynamiques peuvent souvent être traitées comme actions statiques, les effets dynamiques qui dépendent du comportement de la structure étant pris en compte par une augmentation appropriée de la grandeur des actions.

4 Représentation quantitative des actions

4.1 Valeurs représentatives

Une action est spécifiée dans la norme par sa valeur représentative. Chaque action peut avoir plusieurs valeurs représentatives. La valeur représentative principale d'une action est la valeur caractéristique.

Des valeurs représentatives peuvent également être utilisées pour étudier les effets résultant d'application fréquente ou de longue durée d'une action (valeurs fréquentes et quasi-permanentes). D'autres valeurs représentatives peuvent être évaluées pour la combinaison des actions (valeurs de combinaison). Au lieu d'utiliser ces valeurs de combinaison, il est également possible de recourir à une autre approche consistant à modifier les coefficients de sécurité (voir 4.3.4).

La valeur caractéristique F_k d'une action est une valeur affectée d'une probabilité donnée p de ne pas être dépassée du côté des valeurs les plus défavorables, au cours d'une durée de référence tenant compte de la durée de vie supposée de la structure et de la durée de la situation de projet.

Dans certains cas, une action peut avoir deux valeurs caractéristiques : une valeur supérieure et une valeur inférieure. Dans les cas où l'effet d'une réduction de l'action est plus dangereux pour la structure, la valeur inférieure doit être prise comme la plus défavorable.

4.2 Valeurs représentatives des actions permanentes, G

Toutes les valeurs représentatives des actions, G , sont généralement supposées égales aux valeurs caractéristiques.

- a) le poids propre, G_o , des structures est généralement représenté par une valeur unique calculée à partir des dessins du projet et du poids moyen unitaire des matériaux utilisés;

b) le poids des éléments non structuraux peut être représenté, s'il y a lieu, par deux valeurs, supérieure et inférieure, évaluées en tenant compte de toutes les variations qui sont raisonnablement prévisibles.

NOTE — Pour beaucoup de structures, seules les valeurs supérieures du poids des éléments non structuraux sont à considérer pour le dimensionnement.

La valeur inférieure du poids de certains éléments non structuraux est souvent prise égale à zéro.

c) les actions dues aux pressions des terres sont représentées dans l'état actuel des connaissances, de la même manière qu'en b).

NOTE — Pour beaucoup de structures, seule la valeur supérieure de la pression active des terres et la valeur inférieure de la pression passive entrent en ligne de compte pour le calcul.

d) les actions dues à la précontrainte peuvent être représentées par deux valeurs caractéristiques, une valeur supérieure et une valeur inférieure; ces deux valeurs sont fonction du temps écoulé après la mise en précontrainte.

e) les déformations imposées par le mode de construction de la structure et par le retrait sont normalement représentées par des valeurs uniques.

NOTE — Cependant, en raison de la variation du retrait dans le temps, l'action de retrait durant un certain intervalle de temps peut être représentée par des valeurs calculées au début et à la fin de cet intervalle de temps.

f) les actions dues aux tassements et aux affaissements miniers sont représentées par deux valeurs, une valeur supérieure et une valeur inférieure; la valeur inférieure est souvent nulle.

NOTE — Un tassement d'appuis est généralement une action composée représentant l'effet global des tassements des différents appuis. Un affaissement minier est généralement une succession, quelquefois complexe, de plusieurs forces ou déformations imposées. Il convient de considérer les tassements différentiels possibles qui peuvent être positifs ou négatifs.

4.3 Valeurs représentatives des actions variables

Les valeurs représentatives des actions variables peuvent être en général toutes celles indiquées en 4.1.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dc607ac8-18f3-4a3b-9521-28b3d8e847a3/iso-tr-6116-1981>

4.3.1 Les valeurs caractéristiques, Q_k , des actions variables sont déterminées par la définition générale figurant en 4.1.

NOTE — Si une action satisfait à certaines conditions de stationnarité, la probabilité p de non-dépassement durant la période de référence (voir 4.1) peut également être exprimée par la période de retour correspondante (période de retour moyenne).

Diverses méthodes statistiques peuvent être utilisées pour la détermination des valeurs caractéristiques. Un exemple d'une telle méthode est donné en annexe A.

Pour certaines actions dues à l'exploitation, les valeurs caractéristiques peuvent être prises égales aux valeurs qui, selon toute vraisemblance, ne seront pas dépassées par les utilisateurs.

4.3.2 Valeur représentative fréquente

La valeur fréquente $\psi_1 F_k$ d'une action variable peut être déterminée de sorte que la durée totale de dépassement T_1 constitue une faible fraction c_1 ¹⁾ de la durée de référence T .

$$T_1 = c_1 T$$

Une valeur d'une action, ayant un nombre d'occurrences important, mais une valeur c_1 inférieure à la valeur spécifiée, est néanmoins à considérer comme la valeur fréquente. La même considération s'applique à une valeur qui est dépassée fréquemment sans référence à une valeur numérique du coefficient c_1 .

1) Pour de nombreux types d'actions dont les données appropriées sont disponibles (par exemple, processus stationnaires normaux), cette condition est équivalente à la condition suivante :

$$\psi_1 F_k = q_m + k_1 s_q$$

où

q_m et s_q sont, respectivement, la moyenne et l'écart-type des valeurs instantanées de l'action;

k_1 est un coefficient qui dépend de la valeur c_1 choisie (voir annexe B).

La valeur de c_1 peut être prise par exemple égale à 0,05.

4.3.3 Valeur représentative quasi-permanente

La valeur quasi-permanente $\psi_2 F_k$ d'une action variable peut être déterminée, de sorte que la durée de dépassement totale T_2 constitue une grande fraction $c_2^{1)}$ de la durée de référence T .

$$T_2 = c_2 T$$

4.3.4 Valeur représentative de combinaison

La valeur de combinaison $\psi_0 F_k$, ($\psi_0 \leq 1$) tient compte de la probabilité réduite que plusieurs actions indépendantes soient présentes simultanément, chacune avec sa valeur caractéristique. Dans l'approche alternative (voir 4.1), le coefficient de combinaison ψ_0 tient compte de la probabilité réduite que plusieurs actions indépendantes soient présentes simultanément, chacune à sa valeur de calcul.

Les valeurs numériques de ψ_0 peuvent dépendre du type et du nombre d'actions combinées et peuvent tenir compte de l'expérience antérieure du projet et de l'exploitation quant aux conséquences de surcharges.

4.4 Valeurs représentatives des actions accidentelles F_a

Les valeurs représentatives des actions accidentelles F_a sont des valeurs uniques, spécifiées par une décision des autorités compétentes, déterminant le niveau de sécurité en fonction de divers critères d'ordre général (notamment économiques) ou par la reconnaissance par l'ingénieur qu'une valeur plus élevée pourrait être utilisée pour tenir compte des conséquences sérieuses d'une erreur grossière.

5 Valeurs de calcul des actions

IteH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

5.1 Généralités

Les actions sont introduites dans les calculs par leurs valeurs de calcul (appelées également valeurs de dimensionnement) qui sont obtenues en multipliant les valeurs représentatives par des coefficients partiels de sécurité γ_f , comme indiqué dans le tableau suivant.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dc607ac8-18f3-4a3b-9521-28b24ba845c5/iso-tr-6116-1981>
Tableau – Valeurs de calcul

Actions	Valeurs représentatives		Valeurs de calcul
	Désignation	Symbole	
Actions permanentes et variables	Valeur caractéristique	F_k	$\gamma_f F_k$
Actions variables	Valeur de combinaison*	$\psi_0 F_k$	$\gamma_f \psi_0 F_k$
	Valeur fréquente	$\psi_1 F_k$	$\gamma_f \psi_1 F_k$
	Valeur quasi-permanente	$\psi_2 F_k$	$\gamma_f \psi_2 F_k$
Actions accidentelles	Valeur unique	F_a	F_a

* Pour une méthode différente de sa détermination, voir 4.1 et 4.3.4.

Les valeurs de calcul caractéristiques et de combinaison des actions variables sont utilisées principalement pour vérifier les états limites ultimes. Les valeurs de calcul fréquentes et quasi-permanentes sont utilisées principalement pour vérifier les états limites de service : les valeurs fréquentes pour des comportements à court terme de la structure, et les valeurs quasi-permanentes, pour des comportements à long terme²⁾. Cependant, les valeurs numériques spécifiques peuvent dépendre du type de la structure et de l'état limite considéré.

1) Pour de nombreux types d'actions, cette condition est équivalente à la condition suivante :

$$\psi_2 F_k = q_m + k_2 s_q$$

La valeur de c_2 est habituellement prise égale ou supérieure à 0,5. Pour $c_2 > 0,5$, le coefficient k_2 est généralement négatif.

2) Les valeurs fréquentes et quasi-permanentes peuvent dépendre de la situation de projet; ceci est lié à la sécurité structurale.

5.2 Coefficients partiels de sécurité¹⁾

Les coefficients partiels de sécurité γ_f tiennent compte de :

- la possibilité d'écarts défavorables entre les actions et leurs valeurs représentatives;
- l'incertitude liée à la modélisation des actions;
- la possibilité d'une évaluation imprécise des sollicitations, dans la mesure où elle est indépendante des propriétés du matériau.

Les valeurs numériques des coefficients γ_f reflètent la politique nationale économique et sociale, et l'expérience correspondante. Ce but peut être atteint en introduisant différentes classes de sécurité pour différents types de structures et différentes situations de projet.

Les coefficients partiels de sécurité γ_f dépendent de l'état limite considéré et de la situation de projet. En particulier, un ensemble de γ_{fu} peut être choisi pour la vérification des états limites ultimes et un autre ensemble de γ_{fs} pour les états limites de service.

Le coefficient partiel de sécurité γ_f peut être décomposé (par exemple, pour en faciliter l'estimation) en plusieurs facteurs différents, chacun prenant en compte l'un ou plusieurs des aspects mentionnés.

Pour la vérification des états limites ultimes, une action accidentelle doit être représentée par une valeur unique égale à sa valeur caractéristique (c'est-à-dire que γ_{fu} peut être égal à l'unité).

Dans la plupart des cas, les coefficients de sécurité γ_{fs} pour les états limites de service peuvent être pris égaux à l'unité²⁾.

6 Combinaison d'actions

STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

6.1 Généralités

Une combinaison d'actions est un ensemble de leurs valeurs de calcul utilisées pour la vérification de la sécurité d'une structure à l'état limite, sous l'effet simultané d'un ensemble de différentes actions. Les règles de combinaison s'appliquent aux actions uniques³⁾.

Les actions qui s'excluent mutuellement ne doivent pas être introduites ensemble dans la combinaison.

Les actions doivent être combinées de façon à produire l'effet le plus défavorable sur la structure pour l'état limite considéré.

6.2 États limites ultimes

Deux types de combinaisons d'actions sont à appliquer pour les états limites ultimes : les combinaisons fondamentales et les combinaisons accidentelles. Différentes valeurs de ψ_0 peuvent être utilisées pour les divers types de combinaisons.

6.2.1 Les combinaisons fondamentales comprennent :

- les valeurs de calcul $\gamma_{G_{ui}} G_{ki}$ de toutes les actions permanentes;
- la valeur de calcul caractéristique d'une action variable $\gamma_{Q_{ui}} Q_{ki}$;
- les valeurs de calcul de combinaison d'un nombre donné r_1 d'autres actions variables $\gamma_{Q_{ui}} \psi_{oi} Q_{ki}$ ($i = 2, 3, \dots, r_1$);
- les valeurs de calcul quasi-permanentes des actions variables restantes s'il y a lieu $\gamma_{Q_{ui}} \psi_{2i} Q_{ki}$ ($i = r_1 + 1, r_1 + 2, \dots$).

NOTE — Les combinaisons suivantes peuvent aussi être considérées comme fondamentales :

- les valeurs de calcul $\gamma_{G_{ui}} G_{ki}$ de toutes les actions permanentes;
- les valeurs de combinaison de calcul $\gamma_{Q_{ui}} \psi_{oi} Q_{ki}$ de toutes les actions variables.

Dans ce cas, la valeur numérique de ψ_0 ne doit pas être inférieure à celle de ψ_2 .

1) Le paragraphe 5.2 a un caractère informatif. Formellement, il fait partie de la Norme internationale de base sur la sécurité des structures.

2) Le problème d'une imprécision éventuelle de l'évaluation des sollicitations sera traité dans la Norme internationale de base sur la sécurité des structures.

3) Les actions corrélées ou les actions d'un même type, par exemple, la charge de différents étages du même bâtiment, doivent en premier lieu être analysées, puis être introduites dans la combinaison sous forme d'une action unique.

6.2.2 Les combinaisons accidentelles comprennent :

- a) les valeurs de calcul $\gamma_{G_{ui}} G_{ki}$ de toutes les actions permanentes;
- b) la valeur de calcul d'une action accidentelle F_{a1} ;
- c) la valeur de calcul de combinaison d'une action variable $\gamma_{Q_{ui}} \psi_{oi} Q_{ki}$;
- d) les valeurs de calcul quasi-permanentes des actions variables restantes s'il a lieu $\gamma_{Q_{ui}} \psi_{2i} Q_{ki}$ ($i = 2, 3, \dots$).

Dans le cas de données statistiques insuffisantes, la valeur de calcul de combinaison peut être remplacée par la valeur de calcul fréquente.

6.3 États limites de service

Deux types de combinaisons d'action sont à appliquer pour les états limites de service : combinaisons pour les effets à long terme (combinaisons quasi-permanentes) et combinaisons pour les effets à court terme (combinaisons fréquentes).

D'autres types de combinaisons peuvent être adoptés, s'il y a lieu, en particulier pour les effets à court terme des actions.

6.3.1 Les combinaisons des effets à long terme comprennent :

- a) les valeurs de calcul $\gamma_{G_{si}} G_{ki}$ de toutes les actions permanentes;
- b) les valeurs de calcul quasi-permanentes de toutes les actions variables $\gamma_{Q_{si}} \psi_{2i} Q_{ki}$ ($i = 1, 2, \dots$).

6.3.2 Les combinaisons des effets à court terme comprennent :

- a) les valeurs de calcul $\gamma_{G_{si}} G_{ki}$ de toutes les actions permanentes;
- b) les valeurs de calcul fréquentes d'un nombre choisi r_2 d'actions variables $\gamma_{Q_{si}} \psi_{1i} Q_{ki}$ ($i = 1, 2, \dots, r_2$);
- c) les valeurs de calcul quasi-permanentes des actions variables restantes, s'il y a lieu $\gamma_{Q_{si}} \psi_{2i} Q_{ki}$ ($i = r_2 + 1, r_2 + 2, \dots$).

Annexe A

Exemple de méthode statistique pour la détermination de la valeur caractéristique d'une action

Dans la présente annexe, une méthode est proposée pour la détermination des valeurs caractéristiques d'actions statiques variables, qui peuvent être décrites par un seul paramètre et considérées comme processus stochastique stationnaire. Ceci signifie que la grandeur de l'action est le seul paramètre aléatoire.

A.1 Pour chaque type d'action variable, choisir un intervalle de temps approprié t_0 appelé *période d'observation unitaire*.

La longueur de la période d'observation unitaire doit être rattachée de manière naturelle au caractère physique de l'action considérée (par exemple, un an pour des actions climatiques).

Elle doit être suffisamment longue pour considérer comme indépendantes les valeurs maximales Q de deux périodes successives d'observation unitaire. De plus, l'occurrence d'un maximum caractérisé de la valeur de Q doit être considérée comme vraisemblable au cours de chaque période d'observation unitaire.

La période d'observation unitaire ne doit pas être choisie trop longue (probablement pas supérieure à un an) de manière que des renseignements suffisants sur Q puissent être rassemblés dans un temps et avec un effort raisonnable.

A.2 Noter la plus grande valeur Q_i de l'action dans chacune des r périodes d'observation unitaire consécutives, constituant la *durée d'observation totale*.

$$T_0 = r \cdot t_0$$

La durée d'observation totale est un intervalle mobile sur l'axe des temps. Si l'on décide de réviser le règlement après, disons, dix ans, (en supposant que les périodes d'observation unitaire sont des années), on supprime les dix années d'observation les plus anciennes et on ajoutera les dix plus récentes. De cette manière, une dérive peut être dégagée dans les prévisions. Pour cette raison, la durée d'observation totale ne doit pas être trop longue, probablement 30 ans au plus pour les actions climatiques, et 20 ans pour les autres.

Par ailleurs, la durée d'observation totale ne doit pas être choisie trop courte afin de faire des prévisions convenables des charges futures. Si les observations nouvelles ne révèlent pas de dérive, on peut les ajouter aux anciennes et former un tout de l'ensemble.

A.3 Estimer la durée de vie supposée de la structure à calculer.

Par exemple, la durée de vie souhaitée doit être de 5 à 10 ans pour les structures temporaires, de 30 à 40 ans pour les bâtiments industriels, de 60 à 80 ans pour les maisons d'habitation et de 100 à 200 ans pour les ponts et monuments.

A.4 Ranger toutes les r observations Q_i en ordre croissant et les reporter sur un papier quadrillé à probabilités pour distribution extrême de type I (voir figure 1). L'axe vertical doit être gradué régulièrement en Q . Pour la $m^{\text{ième}}$ observation Q_m (comptée à partir du bas) inscrire les coordonnées :

$$\text{Verticalement } Q = Q_m$$

$$\text{Horizontalement } F(Q) = \frac{m}{r + 1}$$

Les observations reportées doivent être à peu près alignées (voir figure 2). C'est la preuve qu'il y a un bon accord entre les distributions théoriques et empiriques. La ligne droite peut être considérée comme *droite de prévision*.

Dans cette méthode, Q est la variable aléatoire de base, conformément au principe selon lequel les variables quantités doivent être directement mesurables. Q est une valeur extrême et sa distribution asymptotique doit être théoriquement la distribution extrême de type I (Gumbel) pour des actions non bornées, et la distribution extrême de type III (Weibull) pour des actions bornées. Pour la distribution de Weibull, le même papier quadrillé à probabilités peut être utilisé après transformation logarithmique.

D'une manière plus rigoureuse, la qualité d'accord doit être vérifiée par la construction de bandes de contrôles.